

PUBLICATION NUMBER : 2001303115
PUBLICATION DATE : 31-10-01

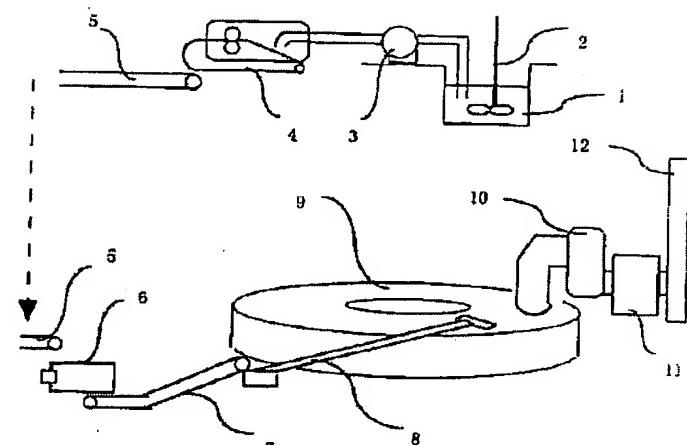
APPLICATION DATE : 25-04-00
APPLICATION NUMBER : 2000124449

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : TAKAHASHI SHIGEKI;

INT.CL. : C21B 13/10 B01D 33/04 C21B 11/08
C22B 1/00 C22B 1/16 C22B 1/212
C22B 1/248 C22B 7/00 C22B 7/02

TITLE : METHOD FOR OPERATING ROTARY
HEARTH TYPE REDUCTION FURNACE
AND REDUCING FACILITY OF
METALLIC OXIDE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a facility wherein, in the case of reducing powdery raw material containing much moisture and having <25 µm average grain diameter, processes from the dehydration to the formation are simplified and a metallic oxide is reduced at a low cost in a rotary hearth type reduction furnace, and to provide a technique for reducing dust and sludge developed in a metal production process and also removing impurities.

SOLUTION: Slurry of mixture containing a powdery metallic oxide and powdery carbon is dehydrated to 16-27% moisture content with a twin roll press type dehydrator and then a formed body is produced with a push-out type forming machine. The formed body is sintered and reduced with the rotary hearth type reduction furnace to obtain the metal.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許序 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-303115

(P2001-303115A)

(43) 公開日 平成13年10月31日 (2001.10.31)

| | | | |
|---------------------------|-------|--------------|-------------|
| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーコード(参考) |
| C 21 B 13/10 | | C 21 B 13/10 | 4 D 0 2 6 |
| B 01 D 33/04 | | B 01 D 33/04 | B 4 K 0 0 1 |
| C 21 B 11/08 | | C 21 B 11/08 | E 4 K 0 1 2 |
| C 22 B 1/00 | 6 0 1 | C 22 B 1/00 | 6 0 1 |

審査請求 未請求 請求項の数 9 OL (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-124449(P2000-124449)

(22) 出願日 平成12年4月25日 (2000.4.25)

(71) 出願人 000006655
新日本製鐵株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(72) 発明者 茨城 哲治
君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君
津製鐵所内
(72) 発明者 廣松 隆
君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君
津製鐵所内
(74) 代理人 10006/541
弁理士 岸田 正行 (外2名)

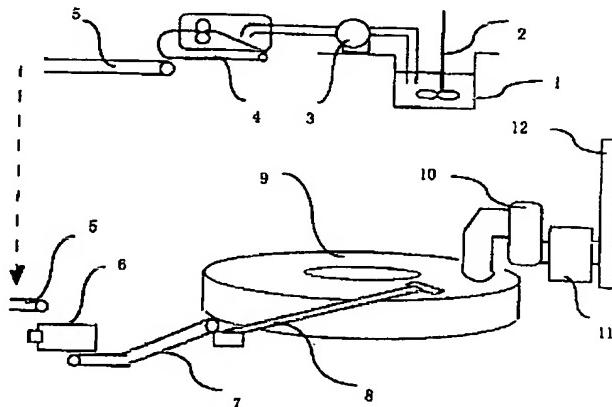
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転炉床式還元炉の操業方法、および、酸化金属の還元設備

(57) 【要約】

【課題】本発明は、回転炉床式の還元炉で、水分を多く含んだ、平均粒径が25ミクロン以下の粉体原料を還元するに際して、脱水から成形の工程を簡略化して、安価に酸化金属を還元する方法と設備を提供するものである。また、金属工業で発生するダストやスラジを還元と不純物除去する技術も提供するものである。

【解決手段】酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物のスラリーを双ロール圧搾式の脱水機で、16~27%の含有水分まで脱水して、押し出し式の成形機で成形体を製造する。この成形体を回転炉床式還元炉にて、焼成還元して金属を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水分を含む状態の平均粒径が25ミクロン以下の酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を、循環移動するエンドレスのループ状の沪布上に注ぎ、当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾して脱水した後に、穴型から押し出す型式の成形機にて円柱状の成形体に形成し、当該成形体を焼成還元することを特徴とする回転炉床式還元炉の操業方法。

【請求項2】 水分を含む状態の酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を循環移動するエンドレスのループ状の沪布上に注いだ後、当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾する前に、当該沪布の下方に真空吸引することを特徴とする請求項1記載の回転炉床式還元炉の操業方法。

【請求項3】 脱水後の酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物の含有水分が、当該粉体の質量の16～27%の範囲であることを特徴とする請求項1記載の回転炉床式還元炉の操業方法。

【請求項4】 粉体充填率が0.4～0.63の範囲である酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造した円柱状の成形体を焼成還元することを特徴とする請求項3記載の回転炉床式還元炉の操業方法。

【請求項5】 回転炉床式還元炉での酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物の成形体を供給する部分の雰囲気温度が下式で示される爆裂最低温度(TL)以下であることを特徴とする請求項3記載の回転炉床式還元炉の操業方法。

$$TL = -24W + 1690$$

ただし、TL：爆裂最低温度(℃)、W：成形体の含有水分(%)である。

【請求項6】 酸化金属を含む粉体として、金属の精錬または加工の工程で発生するダストおよび／またはスラジを用いることを特徴とする請求項1記載の回転炉床式還元炉の操業方法。

【請求項7】 循環移動するエンドレスのループ状の沪布の上方にスラリーの注ぎ口を有し、当該注ぎ口から沪布移動方向の下手の当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾することを特徴とする脱水装置、穴型から粉体を押し出すことを特徴とする成形機、および、回転炉床式の還元炉、を前記の順に設置して、搬送手段にて直列に連結してなることを特徴とする酸化金属の還元設備。

【請求項8】 脱水装置として、循環移動するエンドレスのループ状の沪布の上方にスラリーの注ぎ口の部位と、当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾する部位との間に、当該沪布下方に真空吸引装置を設置してなる脱水機を用いることを特徴とする請求項7記載の酸化金属の還元設備。

【請求項9】 穴型から粉体を押し出す成形機として、

樽状の胴部と当該樽状の胴部の内部にスクリュー式の押し込み装置を有し、かつ、当該樽状の胴部のスクリュー式の押し込み装置の押し出し方向の盤に複数の穴を有する成形機を用いることを特徴とする請求項7記載の酸化金属の還元設備。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転炉床式還元炉を用いて、酸化金属を還元する方法、および、金属の精錬業および加工業において発生する金属酸化物を含むダストおよびスラジを還元処理する方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】還元鉄や合金鉄を製造するプロセスとしては各種のものがあるが、この内で、生産性の高いプロセスとして、回転炉床式還元炉があり、金属の還元が実施されている。回転炉床式還元炉は、固定した耐火物の天井および側壁の下で、中央部を欠いた円盤状の耐火物の炉床がレールの上を一定速度で回転する型式の焼成炉（以下、回転炉と称す）を主体とするプロセスであり、酸化金属の還元に用いられる。一般的に、円盤状炉床の直径は10メートルから50メートルかつ、幅は2メートルから6メートルである。

【0003】原料の酸化金属を含む粉体は、炭素系の還元剤と混合された後、原料ペレットにされて、回転床炉に供給される。原料ペレットはこの炉床上に敷きつめられており、原料ペレットが炉床上に相対的に静置されていることから、原料ペレットが炉内で崩壊しづらいといった利点があり、耐火物上に粉化した原料が付着する問題が無く、また、塊の製品歩留が高いと言った長所がある。また、生産性が高く、安価な石炭系の還元剤や粉原料を使用できる、と言った理由から、近年、実施される例が増加している。

【0004】さらに、回転炉床法は、高炉、転炉、電気炉から発生する製鉄ダストや圧延工程でのシックナースラジの還元と不純物除去の処理にも有効であり、ダスト処理プロセスとしても使用され、資源リサイクルに有効なプロセスである。

【0005】回転炉床法の操業の概略は以下の通りである。まず、原料である鉱石やダスト、スラジの金属酸化物にこの酸化物の還元に必要な量の炭素系還元剤を混合した後、パンペレタイザー等の造粒機にて、平均水分が約10%となるように、水をかけながら、数mmから十数mmのペレットを製造する。原料の鉱石や還元剤の粒径が大きい場合は、ボールミル等の粉碎機で粉碎した後に、混練して、造粒する。

【0006】当該ペレットは回転炉の炉床上に層状に供給され、急速に加熱され、5～20分間、1100～1300℃の高温で焼成される。この際に、ペレットに混合されている還元剤により酸化金属が還元され、金属が

生成する。金属化率は還元される金属により異なるが、鉄、ニッケル、マンガンでは、95%以上、還元しづらいクロムでも50%以上となる。また、製鉄業から発生するダストを処理する場合は、還元反応に伴い、亜鉛、鉛、アルカリ金属、塩素、等の不純物が揮発除去されることから、ダストを高炉や電気炉にリサイクルすることが容易となる。

【0007】このように、回転炉床を用いる金属の還元方法および製鉄ダストの還元処理方法においては、原料と還元剤を混合して、斜めになつた回転する円盤状のディスク上にて、当該混合物を転動させることによって製造するペレットにすることが原料成形の条件である。ここで、原料の事前処理として、原料の酸化金属の粉体と還元剤の混合物を造粒性の良い状態にすることが重要であり、原料の水分調整と事前粉碎や混練等の手段が行われている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述のように、従来法を用いた回転炉床法での酸化金属の還元方法は、生産性や製造費用の面で優れており、経済的に金属を製造する方法である。しかし、従来技術では、原料と還元剤を混合して、これをペレットにすることが重要であった。そのためには、造粒性能の高い原料を選択するか、高価な粉碎機を設置して、原料を粉碎することにより造粒性を向上させることができた。このための費用がかかる問題があった。安価な原料である湿式選鉱後の微粉の鉱石や、利用しづらい副生成物である高炉や転炉のシックナーダスト、熱間圧延工程でのスケールピットの沈殿スラジや酸洗工程での中和槽の沈殿スラジ等を使用することは、回転炉床法による還元炉の操業を経済的に行なうための有効な方法である。しかし、これらの原料は、原料の含有水分が多すぎて造粒しづらい問題があった。特に、粒径が3~25ミクロン程度の微粉が含水した状態では、汚泥状となりやすく、これを原料として還元することには大きな問題があった。これを一般的な脱水機である真空脱水機やフィルタープレスなどで脱水した後でも、水分が25%~40%までにしかならない。一方、ペレットの製造の際は、原料の含有水分は、8~13質量%が適当であり、上記の脱水した原料は水分が多すぎて、そのままでは造粒できなかった。

【0009】この問題の解決のためには、これらの湿式法で集めた原料を脱水した後に熱風等の熱源で完全に乾燥する方法がある。しかし、乾燥過程でこれらの粉原料が凝集てしまい、そのままでは造粒することはできないため、これを粉碎して、再度、微粒の状態にした後に、コーカス粉などとともに加水して、造粒した後に、回転炉床で還元されていた。

【0010】その結果、これらの湿式法で集めた原料を上記の方法で利用する場合は、熱源を用いて乾燥した後に、造粒のために再度水分を加えられるため、造粒後の

水分蒸発に、再度、熱源が必要であり、エネルギー効率の面で経済的な金属の還元方法ではなかった。

【0011】特に、製鉄業等の金属の精錬業や加工業で発生するダストやスラジを湿式集塵機または沈殿槽から集めた場合には、これらの発生物は最大80%の水分を含有しており、これらの発生物を回転炉床法で還元処理しようとする場合には、上記の乾燥工程と乾燥後の粉碎処理の問題が大きく、コストの増加が顕著であった。

【0012】これらの問題を解決するために、例えば、特開平11-12619号公報に示されるように、原料を造粒せずに回転炉床式還元炉で使用する方法として、原料を圧縮成形器でタイル状にして、これを回転炉床式還元炉で使用する方法が発明されている。しかし、この方法でも、やはり、水分を大量に含有した状態の原料を使用することには問題があった。つまり、特開平11-12624号公報記載の方法においても、タイル状にした原料の水分を6~18%に調整する必要があるが、しかし、25ミクロン以下の微粉がスラリー状態である場合は、通常の脱水機での脱水のみでは、水分20~40質量%の範囲にしか低減できなかつた。つまり、この操業を実施するためには、やはり、事前の脱水処理に加え、乾燥処理が必要であり、このための複雑な水分制御が必要な問題があつた。

【0013】さらに、タイル状の原料は、ハンドリングが難しく、通常のベルトコンベア等の手段による搬送では、搬送中の乗り継ぎ等の際に、タイルが粉々になる搬送上の問題が生ずる。つまり、含水率が6~18%のタイル状の原料は0.5mから1m程度の落下で、ほとんどのものが損傷する。その結果、このタイル状の原料装入のためには、特開平11-12621号公報に示されるような、タイル状の原料を炉内に静置するための複雑な装入装置が必要で、この装入設備の設置の設備費用が高い等の問題も生じていた。また、このような複雑な装入装置を1000°C以上の高温部の近くに設置することにより、装入装置の機器が熱変形を受けたり、高温下での腐食を受けたりといった整備上の問題が大きいものであった。

【0014】また、湿状態の原料を利用する方法として、この原料粉体を穴型付きのロール式圧縮成形によって、ブリケットにする方法も有効な手段である。しかし、ブリケットを用いる方法では、粒径が比較的粗い、平均粒径が100ミクロン程度の粉体の場合は、水分が比較的高くとも大きな問題がないものの、25ミクロン以下の細かい粉体を使用する際には、ブリケットが爆裂しやすい問題があつた。これは、ブリケット法で、成形体の強度を確保するには、成形での粉体の締まり具合を比較的良くしないといけないが、微粉の成形体では、締まりが良過ぎて、気孔率が低くなり、ブリケット内部の水蒸気は移動しづらくなり、その結果、水分が12%以下程度でなければ、水分の蒸発に伴う内部圧力の上昇

が大きいことが原因で、回転炉床式の還元炉内で爆裂する問題があった。その結果、ブリケットの場合でも、他の方法に比べれば良いものの、やはり脱水のみでは回転炉床式の還元炉に使用できないため、乾燥工程が必要となり、やはり、工程が複雑となる問題があった。

【0015】このように、従来技術では、水分の多い粉体原料を乾燥することなく回転床炉にて焼成還元する方法を採用すると、高温の炉内で当該成形体が爆裂してしまい、実際には操業ができていなかった。つまり、成形体が粉化して、排ガス中へのダストロスが大幅に増加する問題や塊製品歩留が極端に悪化する問題等が生じていた。

【0016】以上のように、いずれの従来法でも、25ミクロン以下の細かい粉体が水分を含んだ状態のものを原料として、回転床炉で焼成還元することには、いずれも経済的な問題があり、これら問題を解決する新しい技術が求められていた。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、以下の(1)から(9)の通りである。

(1) 水分を含む状態の平均粒径が25ミクロン以下の酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を、循環移動するエンドレスのループ状の沪布上に注ぎ、当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾して脱水した後に、穴型から押し出す型式の成形機にて円柱状の成形体を形成し、当該成形体を焼成還元することを特徴とする回転炉床式還元炉の操業方法、(2) 水分を含む状態の酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を循環移動するエンドレスのループ状の沪布上に注いだ後、当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾する前に、当該沪布の下方に真空吸引することを特徴とする(1)記載の回転炉床式還元炉の操業方法、

(3) 脱水後の酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物の含有水分が、当該粉体の質量の16~27%の範囲であることを特徴とする(1)記載の回転炉床式還元炉の操業方法、(4) 粉体充填率が0.4~0.63の範囲である酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物を圧縮成形して製造した円柱状の成形体を焼成還元することを特徴とする(3)記載の回転炉床式還元炉の操業方法、(5) 回転炉床式還元炉での酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物の成形体を供給する部分の雰囲気温度が下式で示される爆裂最低温度(TL)以下であることを特徴とする(3)記載の回転炉床式還元炉の操業方法、

$$TL = -24W + 1690$$

ただし、TL:爆裂最低温度(℃)、W:成形体の含有水分(%)

(6) 酸化金属を含む粉体として、金属の精錬また加工の工程で発生するダストおよび/またはスラジを用いることを特徴とする(1)記載の回転炉床式還元炉の操業

方法、(7) 循環移動するエンドレスのループ状の沪布の上方にスラリーの注ぎ口を有し、当該注ぎ口から沪布移動方向の下手の当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾することを特徴とする脱水装置、穴型から粉体を押し出すことを特徴とする成形機、および、回転炉床式の還元炉を前記の順に設置して、搬送手段にて直列に連結してなることを特徴とする酸化金属の還元設備、(8) 脱水装置として、循環移動するエンドレスのループ状の沪布の上方にスラリーの注ぎ口の部位と、当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾する部位との間に、当該沪布下方に真空吸引装置を設置してなる脱水機を用いることを特徴とする(7)記載の酸化金属の還元設備、(9) 穴型から粉体を押し出す成形機として、樽状の胴部と当該樽状の胴部の内部にスクリュー式の押し込み装置を有し、かつ、当該樽状の胴部のスクリュー式の押し込み装置の押し出し方向の盤に複数の穴を有する成形機を用いることを特徴とする(7)記載の酸化金属の還元設備。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明は、平均粒径が25ミクロン以下の微粒子であり、かつ、水分を多く含む酸化金属の粉体と炭素を含む粉体を原料とする回転炉床式還元炉の操業方法を以下の方法で行うものである。本発明に基づく、回転炉床法による金属酸化物の還元プロセスの全体を図1に示す。

【0019】水分を多く含み、スラリー状態となっている原料粉体を混合槽1で、攪拌装置2を用いて、攪拌混合する。この原料粉体は、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物である。酸化金属を含む粉体は、微粉の鉄鋼石である鉄鉱石の湿式選鉱の沈殿物、粉状態のマンガン鉱石やクロム鉱石などの平均粒径が25ミクロン以下のものである。また、鉱石以外に、電気炉ダスト、高炉二次ガス灰、転炉OGダスト、鉄製品の酸洗時に発生する中和スラジ、鉄鋼の熱間圧延のミルスケール等の金属精錬や金属加工の工程からの粉状態の発生物も使用可能である。また、この原料粉には、還元剤として、炭素を主体とする粉体、例えば、オイルコークス、粉コークス、チャーチー、粉石炭、その他の固体炭素を含む粉体(以下、炭素粉と称す。)を混合する。

【0020】スラリー状態となっている原料粉体をスラリーポンプ3にて、脱水装置4に送り、含有水分が粉体質量の16~27%の範囲になるように脱水する。平均粒径が25ミクロン以下の微粉からなるスラリーの脱水の場合は、脱水物の水分を16~27質量%とするには、下記の脱水機を使用する。

【0021】本発明の脱水装置4は、循環移動するエンドレスのループ状の沪布上に原料スラリーを注ぎ、当該沪布の上下に設置した一対以上のロールにて圧搾して脱水するものであり、図2に記載される型式のものである。(以降、「双ロール式圧搾脱水機」と称す。)これ

は、スラリーを受ける循環移動する沪布14、および、当該沪布を挟み込む圧搾ロール16を有する脱水機である。この脱水機では、エンドレスの帯状に組み込まれている沪布14上に、スラリー供給管13からスラリー15を流し、このフィルターを圧搾ロール16で挟み込み、脱水する。スラリーの水分が多い場合や粉体の平均粒径が小さい場合は、圧搾双ロール16の手前で、沪布の下方の真空吸引装置18を用いて、スラリー中の水分を予備的に脱水すると効果的に脱水ができる。当該脱水機にて脱水された粉体混合物の脱水物17は、水分が16~27質量%であり、また、厚みが0.5~2mm程度、かつ、長さが5~10mm程度のフレーク状の集合体となる。

【0022】脱水されて水分が16~27質量%の範囲となったフレーク状の粉体混合物をスラジ搬送コンベア5にて、成形機6に送り、ここで成形を行う。成形機の機種としては、図3に示すスクリューの押し込み装置を有する穴型に含水状態の粉体を押し込む型式の成形機（以降、スクリュー押し込み式成形機と称す）である。原料の水分を含んだ粉体は、含水粉体供給口19から棒状の胴部20に供給され、押し込みスクリュー21にて、エンドプレート23の通過穴24から押し出され、直径が10~30mm、かつ、長さが20~50mmの円柱状の成形体25となる。

【0023】ここで、本発明での回転炉床式の還元炉で用いる成形体に要求される性能としては、1000°C程度の高温雰囲気に直接投入された場合の水蒸気爆裂を起こさないことと、搬送時の落下強度が高いことの2点が最も重要な項目である。

【0024】従来法で一般的に用いられる成形方法であるパン型のペレット製造法では、粉体を回転する傾斜部で転動することにより、表面に新しい粉体層を作らせて、成形体を成長させる方法である。この方法で製造したペレットは、粉体充填率が0.65~0.8と高く、かなり緻密な成形体であり、落下強度が高い。しかし、緻密であるが故に、高温の還元炉内で、成形体内部の水分が蒸発する際に内部圧力が高くなり、水蒸気起因の爆裂が発生しやすい。回転炉床法では、このような緻密な成形体は、900°C以上の高温の炉内で爆裂が起きやすいことから、ペレットを使用する場合は、事前にペレットを乾燥する手段が用いられている。

【0025】本発明者らは、爆裂条件についての研究を繰り返し、含水状態の成形体を直接に高温の炉内に供給した場合に、成形体が爆裂を起こさないためには、成形体の粉体充填率を低くすることが重要であることを解明した。つまり、高温の炉内で、成形体内部の水分が急速に蒸発する場合に、成形体内部の圧力が高まることを防止するには、粉体粒子間に空隙が多いことが重要である。なお、粉体充填率とは、成形体内部の粉体が占める真の容積を成形体の容積で割ったもので、1-気孔率で

も定義できる。

【0026】図4に、スクリュー押し込み式成形機で製造した成形体の直径が15mmの円柱状のものを1050°Cの雰囲気中に投入した際の爆裂を起こさない最高の水分含有率（爆裂限界水分）に与える粉体充填率の影響を示した。粉体充填率が低下すると爆裂限界水分が低下しており、粉体充填率が0.62までは、27質量%の水分までは爆裂も部分的な粉化も起きなかった。つまり、成形体の爆裂防止の観点からは、粉体充填率は0.62以下が望ましいことを解明した。

【0027】次に本発明者らは、双ロール式圧搾式脱水機とスクリュー押し込み式成形機の組み合わせで製造した成形体が爆裂しづらいことの理由も解明した。双ロール式圧搾式脱水機で脱水した粉体混合物は、前述したように、フレーク状となり、これをスクリュー押し込み式成形機で成形すると、フレークの構造が成形体にも残り、成形体の内部に1~2mm程度の間隔で、粉体充填率の高い部分と低い部分が交互に縞状になって現れることを顕微鏡観察で確認した。つまり、この成形体は構造的にかなりルーズな部分と密な部分が交互になっており、構造強度を確保しながら、内部から水蒸気が逃げやすい構造となっている。特に、縞状の特徴から半径方向への水蒸気の抜けが良い構造であった。このような縞状の構造を有することから、成形体の粉体充填率が0.4~0.6程度でも、十分に落下強度が確保できることを解明した。

【0028】このように、平均粒径が25ミクロン以下の粉体を双ロール式圧搾式脱水機とスクリュー押し込み式成形機の組み合わせで、製造した成形体は、他の方式、例えば、ブリケット成形法、と比較しても、より高含水率でも爆裂を生じない良好な成型方法であることが判明した。なお、ブリケット成形法による成形体でも、12%程度の水分まで、成形体が還元炉内で爆裂を生じない良好なものであるが、特に平均粒径の小さい粉体の成形と爆裂防止には、双ロール式圧搾式脱水機とスクリュー押し込み式成形機の組み合わせで製造した成形体は、いっそう適正なものであることを見出した。

【0029】また、一般的に、スクリュー押し込み式成形機は成形体の通過穴24の摩耗が大きいものであることが問題点であった。しかし、本発明で用いる平均粒径が25ミクロン以下の粉体の場合は、比較的水分が高く、また、粉体充填率が低い状態で、穴から押し出されるため、押し出しの抵抗が小さく、また、微粉の粉体の場合は、滑りもよいことから、通過穴24の摩耗は小さく押さえられることも解明した。

【0030】前述したように、成形体の性状としては落下強度が強いことも重要である。成形体は、成形機から回転炉床まで搬送される過程で、コンベアの乗り継ぎと炉内への投入で、0.5~2m程度の落下距離を数回落下する。したがって、落下強度（形状が破壊されるまで

の合計の落下距離で表示) の強い成形体が求められ、回転炉床式還元炉では、3~5 m以上の値が求められている。しかし、一般的には、粉体充填密度が低い成形体は落下強度が低いため、前述の爆裂を起こさない条件と矛盾する。そこで、本発明者らは、粉体充填密度が低い成形体の落下強度を高める研究を行った結果、水分がある比率以上あれば、落下時に成形体が衝撃を受けても変形するだけで、破壊されないことを解明した。

【0031】更に、本発明者らは水分の落下強度に対する影響を研究したことろ、水分が16質量%以上であれば、粉体充填率が0.4~0.62の成形体でも、落下強度が4.5 m以上あることを解明した。ただし、粉体充填率が0.40以下の場合は、水分含有率に関わらず、粉化が激しく、落下強度が2~4 m程度と低かった。したがって、落下強度の確保の観点から、水分は16質量%以上で、粉体充填率は0.4以上であることが望ましい。

【0032】以上のように成形された成形体は、湿状態のまま、成形体搬送コンベア7を経由して、成形体の供給装置である、首振りコンベア8を用いて、回転炉床式還元炉9に供給される。

【0033】回転炉床式還元炉9では、含水状態の成形体が、所定の温度以下の雰囲気温度である部分に供給されることも爆裂防止の条件である。つまり、雰囲気温度が高すぎると、成形体の温度上昇率が高くなり、内部の水蒸気圧力が高くなり、適正な条件で製造した成形体でも爆裂を起こすことがある。爆裂を起こさない最低の雰囲気温度(爆裂最低温度)は成形体の水分で異なり、低水分のものほど、爆裂最低温度が高いことを解明した。

【0034】本発明者らが、成形体水分と爆裂を起こさない最低雰囲気温度(爆裂最低温度)の関係を調査した結果を図4に示す。成形体の水分が増加すると爆裂最低温度が、低くなることを見出し、図4の関係から、下式に示される爆裂最低温度(TL)以下であれば、成形体の爆裂を防止できることを解明した。

$$[0035] TL = -24W + 1690$$

ただし、TL: 爆裂最低温度(°C) W: 成形体の含有水分(%)である。

【0036】回転炉床式還元炉9では、炉内で成形体が1200~1300°C程度の温度で焼成され、成形体内部の炭素分により、酸化金属が還元される。本発明の原料混合方法は、水が多く含む状態で攪拌混合されているため、成形体の酸化金属と炭素が均一に混合されており、効率よく反応する効果もある。

【0037】還元された成形体は、回転炉床式還元炉9から排出されて、常温まで冷却される。ただし、電気炉等で使用する場合には、900°C程度の高温のまま溶解工程に供給することもある。回転炉床式還元炉7からの燃焼排ガスはガス冷却装置10と集塵機11を経由して、煙突12から大気に放散される。

【0038】本発明を金属の精錬もしくは加工で発生するスラジやダストの処理に活用することは、特に、有効な方法である。例えば、製鉄所の高炉のガス灰は湿式のベンチュリースクラバーで集塵して、シックナーでスラリーなっている。また、圧延の酸洗での廃酸を中和した中和スラジもある。これらの粉体の粒径は3~25ミクロン程度のものが多く、本発明による還元処理にとって最適な原料である。

【0039】このようなダストやスラジは、従来から、脱水機にかけて処理しているが、再利用することが難しく、費用もかかるものである。本発明の設備において、これらのダストやスラジをシックナーから混合槽1に直接受けければ、中間処理が少なく、簡単な方法で還元処理ができる。したがって、金属の精錬または加工の工程で発生するダストやスラジを用いることは、本発明にとって最も望ましい方法の一つである。

【0040】また、還元設備としては、図1に示され、以下に説明する構成となる。原料の準備工程として、酸化金属を含む粉体と炭素を含む粉体の混合物からなるスラリーを受け、脱水する双ロール式圧搾脱水機4を第一工程として設置して、また、第二工程として、スクリュー押し込み式成形機6を設置して、この間をベルトコンベアやパイプコンベアで連結して脱水後の粉体を搬送する。次に、スクリュー押し込み式成形機6で製造された円筒型の成形体をベルトコンベア等で搬送して、例えば、首振りコンベア8のような、供給装置を経由して、回転炉床式還元炉9へ供給する。本発明での成形体の落下強度は、4.5 m程度以上であることから、搬送中の成形体の落下粉化を防止するためには、スクリュー押し出し式成形機6から回転炉床式還元炉9までの合計の落下距離を4.5 m以下とすることが望ましい設備条件である。

【0041】

【実施例】本発明に基づく操業を行った実施例を表1に示す。使用した設備は、図1に示される構成のものであり、還元能力は含水状態の成形体質量の基準で毎時10トンのものである。

【0042】原料は、表1に示すとおり、微粉の粉鉱石であるペレットフィードと0.5 mmアンダーのコークス粉の混合物と、一貫製鉄所での高炉二次ガス灰、熱間圧延スケールピットの沈殿スラジ、転炉OGダスト、および、0.5 mmアンダーのコークス粉の混合物の2種類を用いた。

【0043】操業条件としては、表1に示すとおりであるが、脱水後で成形前の原料水分は粉体質量の18と23%であった。粉体充填率は、表1に示すとおり、本発明の範囲内であった。また、成形体のサイズは、直径が20 mmで長さが30 mmである。成形体の投入部の炉内温度は、1050°C、還元部の炉内温度は1260°Cであり、また、還元時間は12~15分であった。

【0044】実施例1の操業では、金属化率は97%と高く、また、落下による粉化と爆裂がほとんどなかったことから、塊製品歩留も94%と高かった。実施例2の操業は、酸化鉄粉体の還元とともに脱亜鉛と脱アルカリも狙った操業である。この操業では、金属化率は91%で、脱亜鉛率は95%、脱アルカリ率は99%と不純物

は有效地除去できていた。この実施例でも落下による粉化と爆裂がほとんどなかったことから、塊製品歩留も96%と高かった。

【0045】

【表1】

| | 単位 | 実施例1 | 実施例2 |
|--------------------------------|------|-----------------------|-------------------------------------|
| 原料(铁源) | | 鐵鉱石粒式還元の沈殿物(ペレットフィード) | 高炉二次ガス灰 転がりOGダスト スケールピット沈殿スラジ |
| FeO | % | 1.0 | 14.6 |
| Fe ₂ O ₃ | % | 77.3 | 51.3 |
| C | % | 12.1 | 10.2 |
| ZnO | % | 0.01 | 0.92 |
| Na +K | % | 0.15 | 0.48 |
| 平均粒径 | ミクロン | 22 | 5.3 |
| 原料成形体 | | | |
| 成形体直径 | mm | 20 | 20 |
| 成形体水分 | % | 18 | 23 |
| 粉体充填率 | | 0.61 | 0.51 |
| 成形体落下強度 | m | 4.1 | 7.8 |
| 還元炉条件 | | | |
| 原料供給部温度 | ℃ | 1,050 | 1,050 |
| 還元温度 | ℃ | 1,260 | 1,260 |
| 還元時間 | min | 15 | 12 |
| 製品 | | | |
| 金属化率 | % | 97 | 91 |
| 脱亜鉛率 | % | 98 | 95 |
| 脱アルカリ率 | % | 97 | 99 |
| 塊製品歩留 | % | 94 | 96 |

【0046】本発明による還元操業と、図5に示される比較例の設備を使用した従来法の還元操業との経済性を比較すると、本発明での操業では、原料の前処理が混合工程、脱水工程、および、成形工程しかないため、原料前処理の費用は、比較例に比べて、30%程度で済んでいる。また、プロセス全体での費用でも、比較例に比べて約15%の削減ができた。また、本発明による設備は、比較例のものと比べて、約20%程建設費用が安くすんだ。

【0047】以上のように、湿状態の粉体を使用する本発明を用いた操業では、原料成形体の爆裂などの操業上の問題もなく、安価な建設費用で、エネルギー消費量をはじめとする操業費用も安価である。その結果、回転炉床式還元炉での鉱石、および、酸化金属含有のダストやスラジの粉体の還元を経済的に実施できた。

【0048】なお、操業方法の比較例として、図5に示した従来法による操業の設備を説明すると、従来法の設備での操業では、脱水機26の後に、スラジ乾燥機28で含水分を5~10質量%の範囲に乾燥する。また、その後、粉体に散水装置29で加水しながら、パン式造粒機30にてペレットを製造する。さらに、このペレットはペレット乾燥装置32に送られて、ここでペレットの

含水分を2%程度以下まで乾燥する。その後に、回転炉床式還元炉9にて、乾燥ペレットを焼成還元する。このように、本発明による方法に比べると、従来法による操業は多工程にわたり、複雑であり、エネルギー消費も大きい方法である。

【0049】

【発明の効果】本発明によれば、還元用回転炉床法において、経済的に、湿状態の粉体原料を用いて、酸化金属の還元を行い、金属の製造することができる。また、金属製造業から発生する酸化金属を含むダストとスラジの処理を経済的に実施することには有効な手段である。特に、水分を大量に含有するダストとスラジを処理するために、本発明による操業は有効な手段である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく、水分を含む粉体原料を還元する回転炉床式還元炉の設備構成の一例を示す図である。

【図2】エンドレスの帶状の沪布の上にスラリーを落とし、圧搾双ロールにて、圧搾する形式の脱水装置を示す図である。

【図3】粉体を成形するスクリュー式の押し出し成形機の一例を示す図である。

【図4】成形体の含有水分と爆裂最低温度の関係を示す

図である。

【図5】従来法に基づく、回転炉床式還元炉設備構成の一例を示す図である。

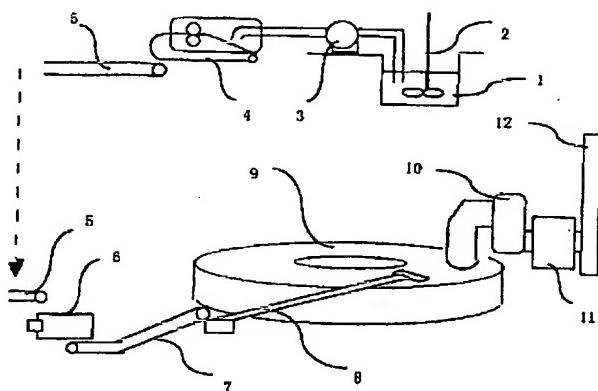
【符号の説明】

- 1 混合槽
- 2 搅拌装置
- 3 スラリーポンプ
- 4 双ロール式圧搾脱水機
- 5 スラジ搬送コンベア
- 6 スクリュー押し出し式成形機
- 7 成形体搬送コンベア
- 8 首振りコンベア
- 9 回転炉床式還元炉
- 10 ガス冷却装置
- 11 集塵機
- 12 煙突
- 13 スラリー供給管
- 14 沢布
- 15 スラリー

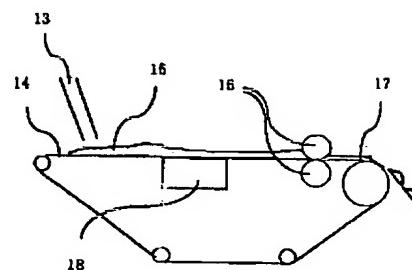
16 圧搾ロール

- 17 脱水物
- 18 真空吸引装置
- 19 含水粉体供給口
- 20 胴部
- 21 スクリュー軸
- 22 押し込みスクリュー
- 23 エンドプレート
- 24 通過穴
- 25 成形体
- 26 脱水機
- 27 スラジコンベア
- 28 スラジ乾燥機
- 29 散水装置
- 30 パン式造粒機
- 31 ペレット搬送コンベア
- 32 ペレット乾燥機
- 33 乾燥ペレット搬送コンベア

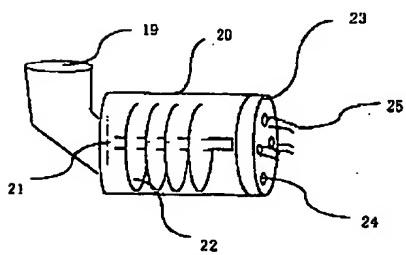
【図1】



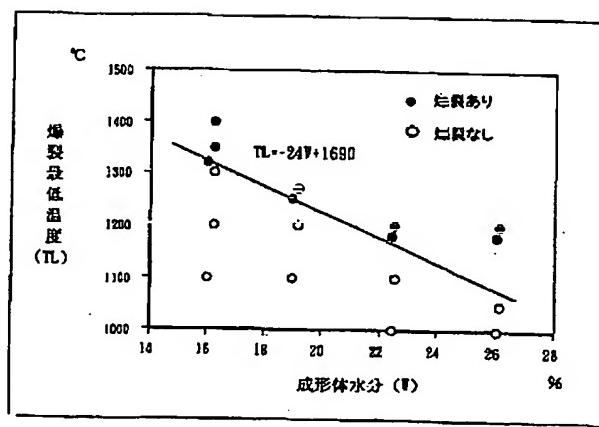
【図2】



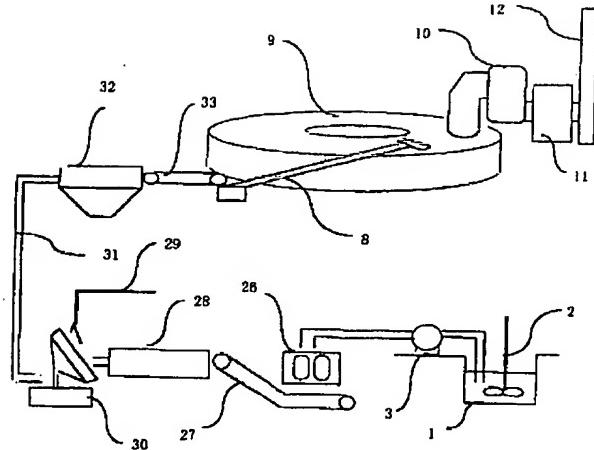
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

| (51) Int.C1. | 識別記号 | F I | (参考) |
|--------------|-------|--------|-------|
| C 22 B | 1/16 | C 22 B | 1/16 |
| | 1/212 | | 1/212 |
| | 1/248 | | 1/248 |
| | 7/00 | | 7/00 |
| | 7/02 | | H |
| | | | A |

(72)発明者 近藤 敏
君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君
津製鐵所内
(72)発明者 井村 章次
君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君
津製鐵所内

(72)発明者 安部 洋一
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技
術開発本部内
(72)発明者 高橋 茂樹
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技
術開発本部内
Fターム(参考) 4D026 BA03 BB03 BB05 BC12 BC33
4K001 AA10 BA02 CA09 CA18 CA21
CA23 GA12 GB11 HA01
4K012 DE03 DE06 DE08